

Su sərfi norması nizamlanan 3 variantın içərisində ən aşağı məhsuldarlıq (280,40 s/ha). Ən yüksək su sərfi norması (0,6 l/s) olan IV-variantda müşahidə edilmişdir.

Lobyə sahəsində nəzarət (I-variant nizamlanmış su sərfi norması) və IV-variantda (0,6 l/s su sərfi norması) "Saksa", II (0,3 l/s-dən az) və III (0,5 l/s) variantında isə "Zülal" sortu əkilmişdi. Su sərfi norması az olan II və III variantlarda su sərfi norması çox olan I və IV variantlara nisbətən məhsuldarlıq xeyli çox olmuşdur.

Lobyə sahəsində ən aşağı məhsuldarlıq (10,73 s/73 s/ha) nəzarətdə, ən yüksək məhsuldarlıq isə (26,07 s/ha), ən aşağı su sərfi norması (0,3 l/s-dən az) olan II-variantda olmuşdu. II-variantda nəzarətə nisbətən məhsuldar-

lıq 15,34 s/ha çox olmuşdur. II-variantda nisbətən su sərfi yüksək olan (0,5-0,6 l/s) III və IV variantlarda məhsuldarlıq nəzarətə nisbətən çox, II-varianta variantda isə az olmuşdur. Belə ki, nəzarətə nisbətən III variantda 7,57 s/ha, IV variantda 3,57 s/ha çox, II-variantda nisbətən isə III variantda 7,77 s/ha, IV-variantda 11,77 s/ha az olmuşdur.

## NƏTİCƏ

Aparılan təcrübələr göstərir ki, Abşeron şəraitində suya qənaət etməklə irriqasiya eroziyasının qarşısını almaqla yanaşı sahənin meylliyi 0,03-2,41-ə endirmək su sərfini < 0,3 l/s-dən az, şırımın uzunluğu 10-12m arasında saxlamaqla yüksək məhsul əldə etməyə nail olmaq olar.

## ƏDƏBİYYAT

1. Ağayev Ş.B., Nurullayev S.M. İrriqasiya eroziyasının qarşısının alınmasında yoncanın rolu. Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Eroziya və suvarma İnstitutunun əsərləri. Bakı "Nurlan" nəşriyyatı, 2000, səh 376-382. 2. Ələkbərov K.Ə., Əsədov N.A. Naxçıvan MR-nın cənub-şərq hissəsinin suvarılan torpaq sahələrində eroziya hadisəsi. Eroziya Bölməsinin əsərləri. III-cild. Bakı, "EAnəşriyyatı", 1965, səh 82-85. 3. Ələkbərov K.Ə., İbrahimov Ə.Ə., Məmmədov M.İ. Türyançayın yuxarı axarında torpaq eroziyası və ona qarşı mübarizə. ET Eroziya Bölməsinin əsərləri. IV cild. Bakı, 1970, səh 52-63. 4. Məhərrəmov S.H. Culfa rayonunun suvarılan torpaq sahələrində irriqasiya eroziyası ona qarşı mübarizə tədbirləri. Azərbaycanda eroziyanın öyrənilməsi və eroziyaya uğramış torpaqlardan istifadə edilməsinə dair əsərlər. V-cild. Bakı 1972, səh 81-86. 5. Nurullayev S.M. Alazan-Əyriçay vadisində çoxillik əkmələr altında irriqasiya eroziyasının öyrənilməsi və onun aradan qaldırılmasının işlənilib hazırlanması (yekun hesabat). ET Eroziya bölməsinin elmi fondu. 1989, 173 səh (əlyazma). 6. Nurullayev S.M. Alazan-Əyriçay vadisində irriqasiya eroziyasının inkişaf qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi və onun aradan qaldırılması üzrə elmi əsasları işlənilib hazırlanması (yekun hesabat). "Aqroekologiya" Elm Mərkəzinin elmi fondu. Bakı 1990, 257 səh (əlyazma). 7. Гусейнов О.Г. Ирригационная эрозия на посевах хлопчатника и пути ее предотвращения в условиях Мильского равнины. Автореферат. Баку 1986 с. 23. 8. Гурбанов Э.А. Особенности развития ирригационной эрозии и мероприятия по борьбе с ней в условиях Муганской степи. Автореферат. Баку 1987, с 22.

## ОБЗОР МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ОРОШЕНИЯ

З.Г.АЛИЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук  
Азербайджанский НИИ "Эрозии и Орошения"

При применении метода динамического программирования решение задачи распределения ресурсов приводит к решению функционального уравнения Беллмана при заданных ограничениях вид равенств или неравенств:

$$\max F = \max (F + f(y, \beta_0, W_3, T_n, \beta, T_0, S, m, T_{\text{пол}}, P, T_0)) \quad (1)$$

$$Q \leq Q_{\text{max}}$$

$$K(T) \leq K_0$$

Где, F - максимизируемый функционал, в общем случае это доход от урожая; K(T) - качество урожая; K<sub>0</sub> - граница качества; Q - оросительная норма; Q<sub>max</sub> - максимальная оросительная норма; f - функция вегетации.

Принцип Беллмана означает, что независимо от состояния объекта управления в момент времени t оставшиеся ресурсы должны быть израсходованы оптимальным образом.

Принята гипотеза о невозстановливаемости урожая при потерях вследствие недостатка влаги. При применении динамического программирования обращение с ограничениями осуществляется

довольно просто: оно приводится к обычным задачам математического программирования.

При решении конкретной задачи с зависимостью f произвольного вида решение обычно начинается с конца задаваемого временного интервала. При этом получается решение на T шаге в функции решения на T-1 шаге и запоминается как табулированная функция максимальных значений функционала в зависимости от остатка ресурсов.

Далее процесс продолжается на T-2-ом шаге и т.д. При этом заполнение становится функцией неизвестного значения ресурсов в таблице и после достижения начала t=0, когда известен начальный ресурс, имеется набор стыкуемых таблиц, с помощью которых производится прямой ход метода: начиная с первого шага с наращиванием номера шага; т.к. на каждом шаге имеется ресурс используемых средств и оптимальное при таком ресурсе поведение до T при переходах между таблицами.

Метод динамического программирования позволяет также решать задачи с условиями трансверсальности, т.е. с незакрепленным правым концом с отсутствием жесткого закрепления времени



сбора урожая и времен смены фаз растений.

При применении вариационного исчисления при наличии уравнения (1) для любого объекта обычно решается задача оптимизации интегрального функционала:

$$J = \int_a^b F(y, y', t) dt \quad (2),$$

которая сводится к решению системы уравнений Эйлера

$$\frac{\partial F}{\partial y_i} - \frac{d}{dt} \left[ \frac{\partial F}{\partial y_i'} \right] = 0 \quad i=1, \dots, K \quad (3)$$

Где,  $J$  - максимизируемый функционал.

При наличии ограничений типа равенств на интегралы задача может решаться методом множителей Лагранжа, задача с ограничением на суммарный расход воды на полив.

$$g = \int_a^b \varphi(y, y', t) dt \quad (4)$$

тогда система уравнений Эйлера принимает вид:

$$\frac{\partial F}{\partial y_i} - \frac{d}{dt} \left[ \lambda + \left( \frac{\partial F}{\partial y_i'} \right) \right] = 0 \quad i=1, \dots, m \quad (5)$$

где  $\lambda$  - множитель Лагранжа;  $m$  - количество ограничений.

При ограничениях вида:

$$g(t) = (y, y', t)$$

множитель Лагранжа заменяется функцией Лагранжа  $\lambda(t)$  и уравнениями вида:

$$\frac{\partial F}{\partial y_i} - \frac{d}{dt} \left[ \lambda(t) + \left( \frac{\partial F}{\partial y_i'} \right) \right] = 0 \quad i=1, \dots, m \quad (6)$$

При ограничениях общего вида типа неравенство на значения  $y_i$  задача решается достаточно сложно, т.к. приходится прибегать к нелинейным преобразованиям условий, что очень усложняет основную задачу.

Разновидностью вариационной задачи является задача Больца и задача с условиями трансверсальности, которые добавляют в систему дополнительные условия за счет незакрепленной правой части - отсутствия жесткого закрепления времени сбора урожая и времен смены фаз вегетации.

При использовании принципа максимума для нахождения экстремума интегрального функционала  $F$  необходимо решать основную (1) и сопряженную (3) системы дифференциальных уравнений, минимизируя гамильтониан  $H$ :

$$H = F + \sum_{i=1}^n \psi_i \cdot f \quad (7)$$

Где,  $\psi_i$  - решение сопряженной системы и  $\psi_0 = F$

критерию оптимальности

$$\frac{d\psi_i}{dt} = - \frac{\partial H}{\partial y_i} \quad (8)$$

по условиям задачи  $y_i(0) = C_i$ .

В целом задача является двухточечной с граничными условиями в ней необходимо удовлетворение условий в двух точках.

При этом порядок системы дифференциальных уравнений возрастает вдвое, т.к. приходится решать основную и сопряженную задачи.

Однако, работа с ограничениями как типа равенств, так и типа неравенств здесь сравнительно проще, чем в вариационном исчислении.

Вариационная задача в любом из упомянутых вариантов может решаться на основе базы знаний с помощью искусственного интеллекта в системах экспертных оценок. При этом целесообразно применять гибридные системы, частично использующие обычные методы оптимизации и моделирования.

Использование искусственного интеллекта в виде применения гибридной системы позволяет в большой степени заменить задачу идентификации знаниями, накопленными в процессе исследований и производственно-хозяйственной деятельности.

Таким образом, исходя из сложностей работы с ограничениями, приходится отказаться от использования вариационного исчисления.

Очевидно, что несмотря на необходимость двойного прохода, динамическое программирование вполне приемлемо для решаемой задачи оптимизации режима орошения сельскохозяйственных культур.

Кроме этих, достаточно общих методов, существуют частные методы приспособления для оптимизации влагообеспеченности посевов, как, например на основании теории принятия статистических решений строятся матрицы потерь.

В работе решается задача выбора режима орошения на основе климатической, нормативной и статистической моделей прогноза выпадения осадков с учетом точности прогноза принимается одна из четырех стратегий:

$S_{кл}$  - климатическая,  $S_{н}$  - нормативная (на основе установленных нормативов),  $S_{п}$  - прогнозная (основанная на статистической обработке данных и методами регрессионного анализа),  $S_{опт}$  - оптимальная.

Задачи определения  $S_{кл}$ ,  $S_{н}$ ,  $S_{п}$  решаются в разрезе плана на год на основе многолетних архивных данных об урожайности, осадках, солнечной радиации и т.д.

Там же решается задача оперативного управления поливами, решаемая в разрезе месяца.



В ней, однако, не рассматривается текущее состояние растений, прогноз метеорологических условий, влажность почвы и влияние внесения удобрения.

Для решения оперативной задачи предлагается использовать метод динамического программи-

рования.

Таким образом, наиболее естественным и практичным путем решения задачи оптимизации режима орошения является метод динамического программирования, приспособленный для соответствующих условий сельского хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Платонов В.С. Оптимизация условия условий влагообеспеченности сельскохозяйственных культур. Гидрометиздат, 1982, 118
2. Алиев З.Г. Оптимизация систем орошения. Патент №99001624

## ПРОВЕРКА УЛУЧШЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОРОШЕНИЯ С УЧАСТИЕМ ФЕРМЕРОВ ДЛЯ ИНТЕНСИВНОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ С ГРЕБНЕВЫМ ПОСЕВОМ

С.А. САФАРЛИ, З.Г. АЛИЕВ,  
Азербайджанский НИИ Эрозии и Орошения

**В** аридных условиях Азербайджана возделывание сельскохозяйственных культур издавна базируется главным образом на орошаемом земледелии.

В республике в настоящее время насчитывается более 2600 фермер-ских хозяйств, 380 малых, 1160 коллективных предприятий, которые являются малоземельными. По этому для этих хозяйств техника и технология микроорошения в настоящее время является очень актуальной.[1,2]

Исходя из вышеизложенного и учитывая дефицит оросительной воды в республике и положительную характеристику прогрессивной техники, целью работы является внедрение технологии микроорошения с применением макро- и микроэлементов на сою для повышения урожайности.

Отметим, что наряду, с приоритетными сельхозкультурами, которыми являются озимые, зерновые, кормовые, хлопчатник, овощные и др., появилась возможность выявить и расширить применение других ценных сельхозкультур. Одной из них является соя.

Соя выделяется прекрасным сочетанием качеств бобовой и масличной культуры. В ее семенах содержится до 45% белка и до 25% растительного масла, в них много витаминов и минеральных веществ. По количеству белка соя уступает одному лишь люпину. Из семян сои получают муку, масло, соевое молоко, соевый сыр и другие продукты. Они широко используются как сырье в кондитерской, маргариновой и консервной промышленности. Значительное количество пищевых продуктов производят из соевого жмыха [3,4].

Почвы опытного участка обыкновенные серо-коричневые.

Результаты анализов почва под опытом характеризуется следующими показателями, содержание общего гумуса в слое 0-40 см составляет -2,19-

1,38%, содержание общего азота соответственно 0,14-0,11%.

В почве содержится 8,2-10 мг/кг- водорастворимого, 11,0-13,4 мг/кг-поглощенного, 7,4-9,2 мг/кг- нитратного азота. Количество подвижного фосфора изменялось в пределах 9,5-12,0 мг, а обменного калия 262,0-276,1 мг на 1 кг почвы.

Количество подвижного бора изменялось в пределах 0,64-0,80 мг/кг, а молибдена 0,13-0,08 мг/кг.

Отмеченные выше показатели свидетельствуют о слабой обеспеченности почв опытного участка питательными элементами.

Поэтому для получения высокого и качественного урожая сои, внесение минеральных удобрений и особенно выбор наилучших соотношений макро- и микроэлементов является обязательным агротехническим приемом в районе исследования.

Производственные опыты проводились в орошаемых условиях Карабахской низменности на территории Тертерского района.

Опыты проводились по следующей схеме:

Бороздовый полив	Микродождевание
<i>I. Обыкновенный посев сои</i>	<i>III. Обыкновенный посев сои</i>
1.1. Контроль б/у	3.1. Контроль б/у
1.2. N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub> (фон)	3.2. N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub> (фон)
1.3. Фон + В <sub>3</sub> Мо <sub>2</sub>	3.3. Фон + В <sub>3</sub> Мо <sub>2</sub>
<i>II. Гребневой посев сои</i>	<i>IV. Гребневой посев сои</i>
2.1. Контроль б/у	4.1. Контроль б/у
2.2. N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub> (фон)	4.2. N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub> (фон)
2.3. Фон + В <sub>3</sub> Мо <sub>2</sub>	4.3. Фон + В <sub>3</sub> Мо <sub>2</sub>

Каждый вариант опыта закладывается в 3-кратной повторности.

Водоподача на вариантах микродождевания осуществлялась с учетом испарения и продуктивно используемых осадков. А при бороздовом поливе расчетной поливной нормой по нижнему порогу влажности почвы 80% ППВ.